

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 733 706

②1 N° d'enregistrement national :

95 05423

⑤1 Int Cl⁶ : B 23 K 11/04, 13/01, 15/00, 26/00B 23 K 101:26,
103:04

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 05.05.95.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : 08.11.96 Bulletin 96/45.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : COGIFER COMPAGNIE GENERALE
D'INSTALLATIONS FERROVIAIRES SOCIETE
ANONYME — FR.

⑦2 Inventeur(s) : TESTART GERARD et VIOU CLAUDE.

⑦3 Titulaire(s) :

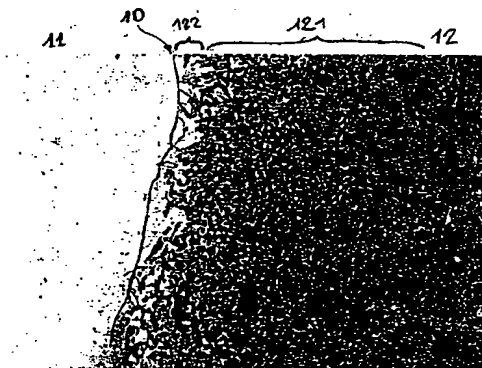
⑦4 Mandataire : CABINET LAVOIX.

⑤4 SOUDURE SANS APPORT DE METAL D'UN ACIER AU CARBONE AVEC UN ACIER ALLIE, PROCEDES
D'OBTENTION ET APPLICATION AUX APPAREILS DE VOIES FERROVIAIRES.

⑤7 Soudure sans apport de métal d'un acier au carbone
avec un acier allié, procédés d'obtention et application aux
appareils de voies ferroviaires.

La soudure pour relier entre elles une pièce en un acier
fortement allié et une pièce en un acier au carbone est ca-
ractérisée en ce qu'elle comprend, en section droite d'une
pièce à l'autre, une ligne (10) de démarcation délimitant
l'acier fortement allié ou sa partie refondue (11) et l'acier au
carbone (12) et en ce qu'une barrière (121, 122) de ferrite
est formée dans l'acier au carbone (12).

Application notamment à la fabrication d'aiguillages pour
voies ferrées.



FR 2 733 706 - A1



Best Available Co.

L'invention est relative au soudage entre elles de pièces métalliques en matériaux différents, et elle concerne plus particulièrement le soudage sans apport de métal de pièces en aciers de natures différentes du type de celles utilisées pour la fabrication d'appareils de voies ferroviaires.

Il est connu que lorsqu'on soude une pièce en un acier au carbone avec une pièce en un acier fortement allié, la fusion produite lors de cette opération provoque, à l'interface de liaison entre les pièces, la formation d'alliages dont la composition chimique est différente de celle des matériaux de base. Dans ce qui suit on désigne par *acier fortement allié* un acier dans lequel au moins un élément allié a une teneur égale à au moins 5% en masse.

Lorsque la soudure est faite sans apport de métal, par exemple par soudage par étincelage, on ne peut pas maîtriser facilement la nature des alliages créés. Si l'on ne prend pas des précautions particulières, le refroidissement rapide de la soudure permet la formation de structures aciculaires présentant la disposition connue dans la technique sous le nom de disposition de Widmanstaetten. De telles structures se forment dans l'acier fortement allié, à partir du carbone contenu dans l'acier au carbone et elles sont composées par exemple de carbure de chrome. Ces structures sont d'une grande dureté et fragilisent d'autant la soudure.

Une technique connue pour éviter la formation de telles structures consiste à assurer un refroidissement lent. Mais cette technique entraîne une baisse de dureté de l'acier au carbone, particulièrement importante si celui-ci a été préalablement traité par trempe.

Une telle baisse de dureté est indésirable pour la

plupart des applications et notamment pour les applications du domaine ferroviaire, en particulier pour les appareils de voies qui font appel à des pièces le plus souvent en aciers de natures différentes soudées entre elles.

Le but de l'invention est de remédier à de tels défauts et inconvénients.

L'invention a pour objets une soudure sans apport de métal pour joindre une pièce en un acier au carbone à une pièce en un acier fortement allié, des procédés pour son obtention et son application notamment aux appareils de voies ferroviaires.

Une soudure selon l'invention sans apport de métal pour relier entre elles une pièce en un acier fortement allié et une pièce en un acier au carbone est remarquable en ce qu'elle comprend, en section droite d'une pièce à l'autre, une ligne de démarcation délimitant l'acier fortement allié ou sa partie refondue, et l'acier au carbone et en ce qu'elle présente dans l'acier au carbone une barrière de ferrite.

Les procédés pour obtenir une telle soudure sont remarquables en ce que cette barrière de ferrite est obtenue avant la réunion définitive l'une à l'autre des deux pièces ou au cours de celle-ci.

L'application selon l'invention de la soudure indiquée auparavant convient à la construction d'appareils de voies ferroviaires pour réunir un rail courant en un acier au carbone directement à un coeur de croisement ou d'intersection ou à un rail aiguille en un acier au manganèse, ou indirectement avec interposition d'un intercalaire en un acier au nickel-chrome.

D'autres caractéristiques de l'invention ressortiront de la lecture de la description et des revendica-

tions qui suivent ainsi que de l'examen du dessin annexé, donné seulement à titre d'exemple, où :

La figure 1 montre une photomicrographie d'une soudure selon l'invention ;

5 La figure 2 montre un diagramme de soudage réalisé sur une machine à étincelage selon un processus connu;

La figure 3 montre un diagramme de soudage réalisé sur une machine à étincelage selon un procédé de l'invention;

10 La figure 4 montre, en vue de dessus schématique, un coeur de voie ferroviaire avec intercalaire en un acier au nickel-chrome placé entre un rail en un acier au carbone et une pièce moulée en un acier au manganèse avec une soudure indirecte selon l'invention, et

15 La figure 5 montre, en vue de dessus schématique, un coeur de voie ferroviaire avec une soudure directe d'un rail en un acier au carbone sur une pièce moulée en un acier au manganèse obtenu selon l'invention.

20 Les appareils de voies ferroviaires et leur technique de fabrication étant bien connus dans la technique, on ne décrira par la suite que ce qui concerne directement ou indirectement l'invention. Pour le surplus, l'Homme du Métier du secteur technique considéré puisera dans les solutions classiques courantes à sa disposition
25 pour faire face au problème particulier auquel il est confronté. En particulier, il pourra se reporter utilement, pour plus amples informations, aux documents FR 2 337 229, FR 2 346 494, FR 2 393 107, FR 2 400 409 et FR 2 645 547 par exemple.

30 On se reportera à la figure 1 où est illustrée une photomicrographie d'une soudure selon l'invention qui réunit une pièce 11 en un acier fortement allié et une

pièce 12 en un acier au carbone. Une telle soudure qui présente différentes plages parfaitement identifiables comprend, en section droite d'une pièce à l'autre, une ligne 10 de démarcation délimitant l'acier fortement allié ou une partie refondue de celui-ci 11, et l'acier au carbone 12. On observe immédiatement que dans l'acier au carbone 12 une barrière de ferrite est établie entre l'acier au carbone et l'acier fortement allié. Comme on peut le noter, la barrière de ferrite comprend une zone 121 de décarburation progressive dans laquelle la quantité de ferrite formée aux joints de grains va croissant vers la ligne de démarcation 10, et une zone 122 de décarburation pratiquement totale qui affecte entièrement les grains de métal entraînant leur transformation intégrale en ferrite.

La zone de décarburation progressive 121 a, par exemple, une épaisseur de l'ordre de 0,2 à 0,5 mm environ. La zone de décarburation pratiquement totale 122 a, par exemple, une épaisseur de l'ordre de 0,1 à 0,3 mm environ.

La décarburation doit affecter une épaisseur de matériau suffisante de manière que les îlots d'acier fortement allié pénétrant dans l'acier au carbone soient toujours en contact avec la ferrite entourant les grains. Ou autrement dit, inversement, il faut que les îlots d'acier au carbone pénétrant dans l'acier fortement allié soient, en fait, entièrement constitués de ferrite.

On comprend que la ferrite contenant seulement des traces de carbone de l'ordre de 0,006 % en masse, environ ne puisse pas apporter le carbone nécessaire à la formation des carbures.

En procédant à un refroidissement relativement rapide et au besoin accélérer, la baisse de dureté n'affecte que l'étroite zone ferritique.

Les procédés pour obtenir une soudure selon l'invention consistent donc à provoquer une décarburation importante de l'acier au carbone sur la surface de liaison de la soudure proprement dite. La ferrite produite aux joints des grains doit s'étendre progressivement à leur intégralité de manière à constituer une couche de ferrite pratiquement pure.

Les machines et équipements qui permettent de souder des pièces métalliques sans apport de métal, sont bien connus de l'Homme du Métier. On rappellera brièvement que les techniques les plus couramment employées soit font appel à des opérations de forgeage et utilisent l'étincelage ou l'induction par exemple, ou bien soit ne font pas appel à des opérations de forgeage et opèrent à l'aide de faisceaux d'électrons ou de faisceaux laser par exemple.

Lorsqu'une soudure est faite à l'aide d'un faisceau, on note habituellement la présence d'une partie refondue formant la liaison entre les deux pièces métalliques.

Si pour obtenir une soudure selon l'invention on utilise une machine avec opération de forgeage, par exemple une soudeuse par étincelage, la technique pour produire cette décarburation consiste, par exemple, à allonger le cycle de soudage de façon que la surface de jonction soit exposée à l'air la durée nécessaire à la formation de la ferrite. Au besoin, on assure un apport d'oxygène, par exemple à l'aide d'air comprimé, introduit dans une chambre de diffusion. Les réglages du débit et de la durée du cycle sont déterminés en fonction notamment de la composition chimique des matériaux des pièces à réunir, des sections soudées et du type de machine utilisée. La vitesse de formation de la ferrite doit être plus grande que la vitesse de consommation de matière. Les paramètres

de réglage sont déterminés par observation par métallographie d'échantillons d'essais de manière à reproduire les caractéristiques de la soudure illustrée sur la Fig.1.

5 Le diagramme opératoire correspondant à une soudure réalisée selon un procédé connu est illustré sur la Fig.2. Le diagramme correspondant à une soudure réalisée selon l'invention, illustré à la même échelle, est illustré sur la Fig.3. L'Homme du Métier observera immédiatement que la durée totale T pour l'obtention d'une
10 soudure selon l'invention est doublée et que l'étincelage proprement dit constitue la totalité de la partie "chauffage" du cycle.

Aussitôt que la soudure est obtenue, après une opération consistant à presser fortement l'une contre
15 l'autre les deux pièces à joindre, on peut accélérer le refroidissement, par exemple à l'aide d'un violent jet d'air comprimé, de manière à obtenir un effet de trempe. Si l'acier fortement allié soudé est un acier au manganèse, le refroidissement aura aussi pour effet d'éviter la
20 formation de carbures au joint de ses grains.

Si l'on utilise une soudeuse par induction dont la mise en oeuvre provoque une perte de métal qui est limitée au forgeage, l'apport d'oxygène peut suffire à la formation d'une épaisseur de ferrite convenable sans avoir à
25 allonger la durée de chauffage.

Si l'on utilise une machine sans opération de forgeage, par exemple une soudeuse par faisceau d'électrons, la constitution d'un cordon de métal fondu nécessite alors une couche superficielle de ferrite d'épaisseur
30 notablement plus importante de l'ordre de 1 à 1,5 mm environ. L'épaisseur optimale de cette couche de ferrite est déterminée après essai et examen métallographique comme indiqué auparavant. La constitution de la couche de

ferrite doit être faite préalablement à l'opération de soudage proprement dite. Par exemple la pièce en acier au carbone qui sera soudée, est chauffée en atmosphère oxydante, éventuellement en protégeant les parties non soudées afin d'éviter leur décarburation.

La soudure et ses procédés d'obtention selon l'invention trouvent application aux appareils de voies ferroviaires notamment pour raccorder et réunir un rail traditionnel en un acier au carbone d'une file de rails, à un coeur de croisement ou d'intersection ou à un rail aiguille habituellement fait en un acier allié contenant par exemple de 12 à 14 % en masse de manganèse qui est moulé.

Comme on le voit sur la Fig.4, pour souder indirectement des rails en un acier au carbone sur des pièces en un acier allié du type indiqué précédemment, les techniques connues font souvent appel à un intercalaire habituellement en un acier au nickel ou au nickel-chrome, qui est interposé entre la pièce en un acier au manganèse par exemple un coeur de voie 41, et la pièce en un acier au carbone tel un rail 42. La soudure selon l'invention permet d'établir la jonction 400 entre le rail et l'intercalaire quel que soit l'ordre de réalisation des soudures à l'interface intercalaire-rail et à l'interface intercalaire-pièce.

Sur la Fig.5 on a illustré une soudure directe selon l'invention qui réalise la réunion 500 entre une pièce en un acier au manganèse 51 et un rail en un acier au carbone 52.

On voit donc que selon que la jonction fait appel ou non à un intercalaire, il faut faire une ou deux soudures pour réunir un rail traditionnel en un acier au carbone indirectement ou directement, respectivement, à la

pièce en acier allié. Il est clair que lorsqu'on fait une seule soudure, la barrière de ferrite est formée durant l'opération de soudage proprement dite, et que lorsqu'on fait deux soudures la barrière de ferrite est formée de préférence au cours de la première opération de soudage avant la réunion définitive l'un à l'autre du rail en un acier au carbone et de la pièce en un acier allié par l'entremise de l'intercalaire.

Le rail utilisé peut être avantageusement fait d'un acier au carbone traité par trempe comme il est connu.

L'acier au manganèse utilisé, notamment dans les appareils de voie, peut avantageusement être soumis à une opération d'écrouissage à l'aide des diverses techniques connues, avant la mise en service. De même, l'élément en acier au carbone peut être préalablement écroui. La technique proposée dans le document EP 0 260 233 prévoit l'écrouissage de l'"insert" ou intercalaire en acier fortement allié avant sa mise en place.

La soudure et ses procédés d'obtention selon l'invention permettent aussi la réalisation de tels écrouissages, soit avant l'assemblage des diverses pièces, soit, de manière préférentielle, après la réalisation des diverses soudures. En effet, la réalisation d'une soudure avec forgeage entraîne la formation d'un bourrelet qui est habituellement supprimé par meulage, qui fait que les parties superficielles écrouies se trouvent ainsi éliminées, entraînant une diminution locale de dureté. Au contraire, la réalisation de l'écrouissage après soudure garantit la conservation des duretés obtenues sur la totalité des surfaces actives et cela de manière que les duretés présentent une grande homogénéité.

Ce qui précède met bien en lumière les particu-

larités distinctives de l'invention, l'intérêt qu'elle offre et les avantages qu'elle procure.

REVENDECATIONS

1. Soudure sans apport de métal pour relier entre elles une pièce en un acier fortement allié et une pièce en un acier au carbone, qui est caractérisée en ce qu'elle comprend, en section droite d'une pièce à l'autre, une ligne (10) de démarcation délimitant l'acier fortement allié ou sa partie refondue (11) et l'acier au carbone (12) et en ce qu'une barrière (121, 122) de ferrite est formée dans l'acier au carbone (12).

2. Soudure selon la revendication 1, caractérisée en ce que la barrière de ferrite comprend une zone (121) de décarburation progressive dans laquelle la quantité de ferrite formée aux joints de grains va croissant vers la ligne de démarcation (10), et une zone (122) de décarburation pratiquement totale qui affecte entièrement les grains de métal entraînant leur transformation intégrale en ferrite.

3. Soudure selon la revendication 2, caractérisée en ce que la zone de décarburation progressive (121) a une épaisseur de l'ordre de 0,2 à 0,5 mm environ.

4. Soudure selon l'une quelconque des revendications 2 ou 3, caractérisée en ce que la zone de décarburation pratiquement totale (122) a une épaisseur de l'ordre de 0,01 à 1,5 mm environ.

5. Soudure selon la revendication 4, caractérisée en ce que la zone de décarburation pratiquement totale (122) a une épaisseur de l'ordre de 0,01 à 0,03 mm environ.

6. Soudure selon la revendication 4, caractérisée en ce que la zone de décarburation pratiquement totale (122) a une épaisseur de l'ordre de 1,0 à 1,5 mm environ.

7. Soudure selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que l'acier au carbone est

traité.

8. Soudure selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que l'acier au carbone est un acier pour rails.

5 9. Soudure selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que l'acier fortement allié est un acier au nickel-chrome.

10 10. Soudure selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que l'acier fortement allié est un acier au manganèse.

11. Procédé pour l'obtention d'une soudure selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'on provoque la formation de la barrière de ferrite durant l'opération de soudage réunissant les deux pièces.

15 12. Procédé pour l'obtention d'une soudure selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'on provoque la formation de la barrière de ferrite avant l'opération de soudage réunissant les deux pièces.

20 13. Application d'une soudure selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisée en ce que la pièce en un acier au nickel-chrome constitue un intercalaire soudé entre une pièce en un acier au carbone à rail et une pièce en un acier au manganèse.

25 14. Application d'une soudure selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 et 10, caractérisée en ce que la pièce en un acier au manganèse est un coeur de voie ferroviaire.

30 15. Application d'une soudure selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 et 10, caractérisée en ce que la pièce en un acier au manganèse est une aiguille d'appareil de voie ferroviaire.

16. Application d'une soudure selon l'une des revendications 14 ou 15, caractérisée en ce qu'un écrouis-

sage des pièces constitutives est réalisé avant leur soudage.

17. Application d'une soudure selon l'une des revendications 14 ou 15, caractérisée en ce qu'un écrouis-

5 sage des pièces constitutives est réalisé après leur soudage.

1/2

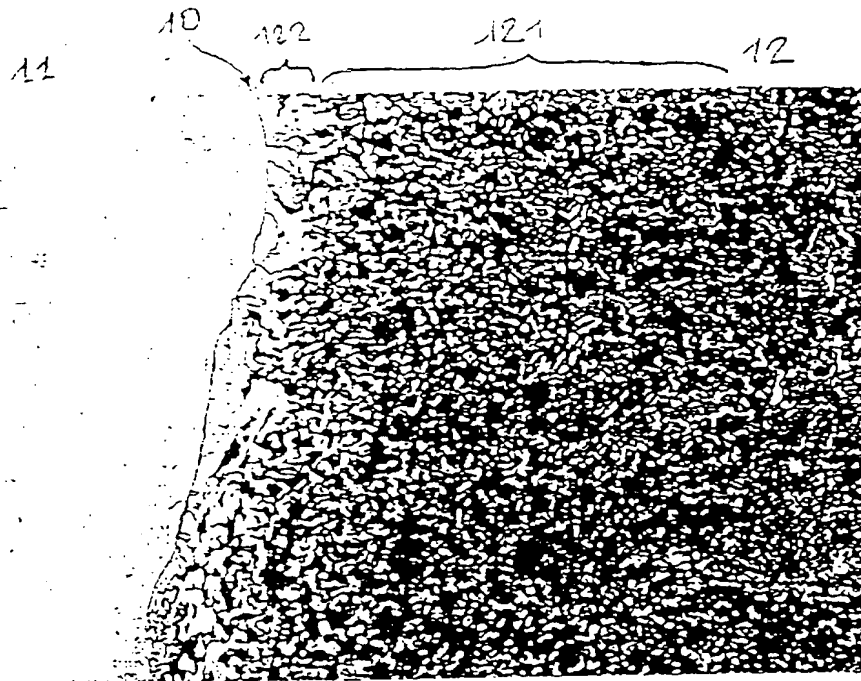


FIG. 1

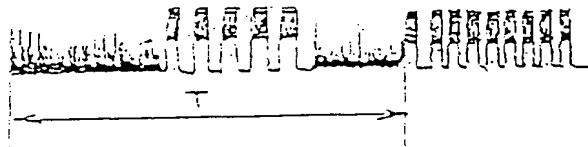


FIG. 2

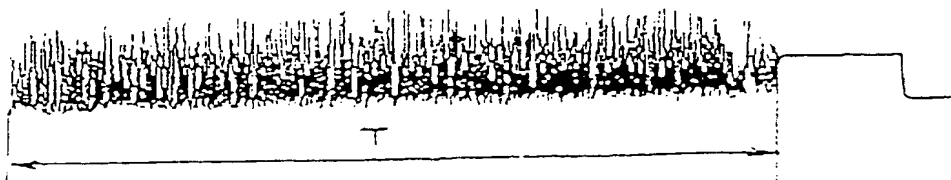


FIG. 3

Best Available Copy

2/2

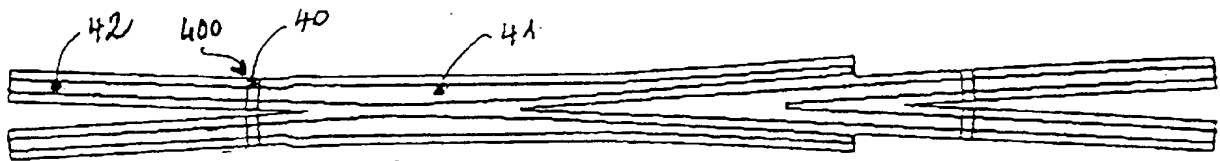


FIG. 4

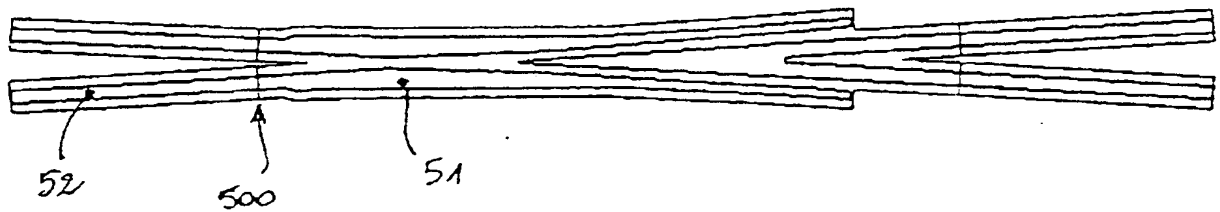


FIG. 5

Best Available Copy

RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIREétabli sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

2733706

N° d'enregistrement
nationalFA 513311
FR 9505423

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	CH-A-377 618 (T. FUNAKUBO) * le document en entier * ---	1,2,12
X	FR-A-877 042 (KOHLE- UND EISENFORSCHUNG) * le document en entier * ---	1,2,12
X	DE-B-13 01 187 (STAHL- UND RÖHRENWERK REISHOLZ) * le document en entier * ---	1,2,12
A,D	EP-A-0 260 233 (BRED A FUCINE MERIDIONALI) ---	
A	EP-A-0 540 382 (SOLLAC) ---	
A,D	FR-A-2 400 409 (VEREINGTE ÖSTERREICHISCHE EISEN- UND STAHLWERKE) ---	
A	FR-A-2 151 392 (SIEMENS) -----	
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		B23K
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
6 Février 1996		Mollet, G
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>		

1

EPO FORM 1503 01.82 (P04C13)

Best Available Copy